

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
27 février 2003 (27.02.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/017009 A2**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **G04B**  
(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/IB02/03061

(22) Date de dépôt international : 24 juillet 2002 (24.07.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
01810803.5 20 août 2001 (20.08.2001) EP

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-  
PLITIME S.A.** [CH/CH]; 19-21 rue du Manège, CH-2300  
La Chaux-de-Fonds (CH).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
**GREUBEL, Robert** [CH/CH]; 41 route du Château,  
CH-2520 La Neuveville (CH). **FORSEY, Stephen**  
[GB/CH]; 1 La Rançonnière Dessus, CH-2400 Le Locle  
(CH).

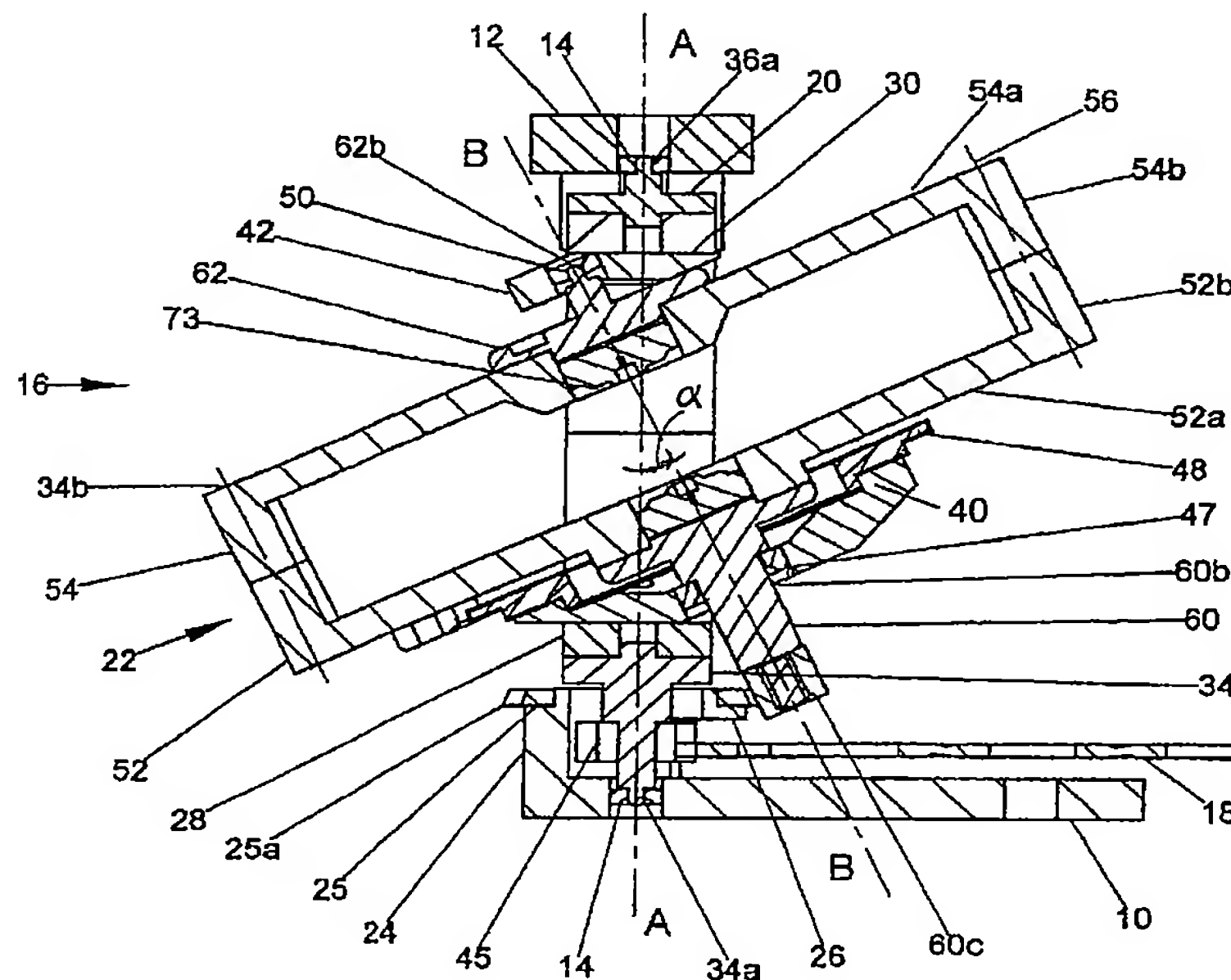
(74) Mandataire : **MICHELI & CIE**; 122, rue de Genève,  
Case Postale 61, CH-1226 Thonex (CH).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT (modèle  
d'utilité), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ (modèle d'utilité), CZ, DE (modèle  
d'utilité), DE, DK (modèle d'utilité), DK, DM, DZ, EC, EE  
(modèle d'utilité), EE, ES, FI (modèle d'utilité), FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: CLOCKWORK MOVEMENT AND PART

(54) Titre : MOUVEMENT ET PIÈCE D'HORLOGERIE



(57) Abstract: The invention concerns a clockwork part movement comprising a frame (10, 12) and a finish clock train. Said movement includes two carriages, one (20) being mounted on the frame (10) and pivoting about an axis (A-A) perpendicular to the plane of the movement, the other (22) mounted in the first carriage (20), pivoting about an axis (B-B), which defines the envelope of a cone with its axis merging with the first axis (A-A).

[Suite sur la page suivante]

WO 03/017009 A2



RU, SD, SE, SG, SI, SK (modèle d'utilité), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés (régional)** : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un mouvement de pièce d'horlogerie du type comprenant un bâti (10, 12) et un rouage de finissage. Ce mouvement comporte deux cages, l'une (20) étant montée sur le bâti (10) et pivotant autour d'un axe (A-A) perpendiculaire au plan du mouvement, l'autre (22) montée dans la première cage (20), pivotant autour d'un axe (B-B), lequel définit l'enveloppe d'un cône d'axe confondu avec le premier axe (A-A).

**Mouvement et pièce d'horlogerie**

La présente invention se rapporte à un dispositif du genre tourbillon destiné à équiper un mouvement de pièce d'horlogerie du type comportant un bâti et un  
5 rouage de finissage ainsi qu'à un mouvement ou pièce d'horlogerie munie d'un tel tourbillon.

Ce dispositif est un dispositif destiné à moyenner la marche dans les positions verticales. Il comporte, à cet effet, une cage montée pivotante sur le bâti, en général un ensemble formé d'un pont et d'une platine et, montés pivotant sur  
10 cette cage, un balancier spiral et un échappement comportant notamment un mobile d'échappement muni d'une roue et d'un pignon.

La cage comporte un engrenage de cage, relié cinématiquement au rouage de finissage de la pièce d'horlogerie, en général à la roue de moyenne. Une roue dentée, montée sur le bâti, engrène avec le pignon d'échappement. De la sorte,  
15 chaque fois que le balancier se trouve en position pour recevoir une impulsion motrice de l'échappement, le couple appliqué par la roue de moyenne sur l'engrenage de cage fait légèrement tourner la cage, l'impulsion au balancier étant donnée par l'échappement dont le mobile tourne par engrènement de son pignon avec la roue dentée.

20 Les roues et pignons sont, en général, agencés et nombrés de manière à ce que le tourbillon effectue un tour par minute. Ainsi, lorsque la pièce d'horlogerie est disposée verticalement, la position du point mort du balancier fait donc un tour par minute, ce qui moyenne les écarts de marche dans les positions verticales.

Par contre, le décalage entre positions horizontales et verticales subsiste.  
25 Pour pallier cet inconvénient, l'horloger allemand Walter Prendel (Groitzsch, Allemagne) a réalisé une montre de poche dans laquelle l'axe du balancier fait un angle de 30° avec celui de la cage du tourbillon et ceux des autres mobiles de la montre. De la sorte, la position du balancier varie de 30 à 60° au maximum lorsque la montre est soit en position verticale, soit en position horizontale. Or, si

les tests de marche des montres sont effectués en les plaçant dans différentes positions horizontales et verticales, les orientations sont, par contre, quelconques lors du porter. Le problème posé ci-dessus est donc modifié. Par ailleurs, pour pouvoir entretenir le mouvement du balancier, les composants de l'échappement sont aussi inclinés par rapport à l'axe de la cage, l'angle d'inclinaison des axes de ces mobiles allant croissant de la roue d'échappement au balancier. Une telle solution est difficile à maîtriser du point de vue technique et les conditions de travail de l'échappement sont peu favorables.

La revue "Alte Uhre" 4/79 a publié un article présentant une pendulette munie d'un tourbillon tournant simultanément autour de deux axes orthogonaux, de telle sorte que l'axe du balancier balaye pratiquement tout l'espace. Une telle solution permet, certes, d'obtenir l'effet escompté, mais est inapplicable dans une montre, car cela conduit à une épaisseur du mouvement très importante, même avec un balancier de faible diamètre. Un tel perfectionnement ne peut donc qu'affecter la précision de la montre et/ou engendrer une surépaisseur sans commune mesure avec l'amélioration souhaitée.

On connaît encore de la revue "Horlogical Journal" d'avril 1983, p.15 à 19, un triple tourbillon, c'est-à-dire un tourbillon provoquant une rotation dans trois plans orthogonaux. Dans une telle construction également, l'encombrement est exorbitant et ce type de tourbillon ne peut être que difficilement envisagé pour une montre de poche ou une montre-bracelet.

Le but de la présente invention est de proposer un tourbillon pour pièce d'horlogerie permettant de réduire de manière sensible les différences de marche entre les positions horizontales et verticales, sans pour autant devoir diminuer le diamètre du balancier, tout en maintenant une épaisseur de mouvement compatible avec une montre de poche ou une montre bracelet.

Elle concerne donc un tourbillon destiné à équiper un mouvement de pièce d'horlogerie du type comprenant un bâti et un rouage de finissage ainsi qu'une cage pivotant sur ledit bâti portant le balancier et l'échappement.

Ce tourbillon est caractérisé par les caractéristiques énoncées aux revendications 1 à 17.

L'invention a également pour objet une pièce d'horlogerie ou un mouvement d'horlogerie comme revendiqué à la revendication 18.

5 Le dispositif, objet de l'invention, est destiné à équiper un mouvement de pièce d'horlogerie comprenant un bâti et un rouage de finissage. Ce tourbillon se distingue par :

- 10 - une cage porte-échappement montée mobile en rotation autour d'un axe B-B formant un angle  $\alpha$  par rapport à l'axe de rotation des mobiles du rouage de finissage ;
- cette cage porte-échappement comportant un engrenage de cage coaxial à l'axe B-B engrenant avec un mobile monté sur le bâti ;
- un balancier spiral et un échappement comportant un mobile muni d'un pignon d'échappement pivotés dans la cage porte-échappement ; et
- 15 dans lequel
- le pignon d'échappement est en prise avec une denture montée sur le bâti et située dans un plan perpendiculaire à l'axe B-B de rotation de la cage porte-échappement.

20 Ledit angle  $\alpha$ , différent de  $90^\circ$ , peut être compris entre  $20^\circ$  et  $70^\circ$  et est de préférence égal à  $30^\circ$ .

Le balancier et les mobiles de l'échappement peuvent pivoter suivant des axes parallèles à l'axe B-B de rotation de la cage porte-échappement.

La denture montée sur le bâti et qui est en prise avec le pignon

25 d'échappement est soit solidaire dudit bâti, soit portée par une grande cage pivotée sur ce bâti autour d'un axe A-A formant un angle différent de  $90^\circ$  avec l'axe B-B de rotation de la cage porte-échappement.

D'autres caractéristiques de ce dispositif de tourbillon seront décrites en détails dans la description qui suit.

Ce dispositif du type tourbillon est agencé de manière à ce que, sous l'effet du couple appliqué par le rouage de finissage sur l'engrenage de cage de la cage porte-échappement, la grande cage tourne autour du premier axe A-A à une première vitesse angulaire, et la cage porte-échappement tourne autour du second axe B-B à une deuxième vitesse angulaire définie par le rapport des nombres de dents que comportent l'engrenage de cage de la grande cage et la denture du mobile monté sur le bâti, le second axe B-B définissant l'enveloppe d'un cône d'axe confondu avec le premier axe A-A, ou axe de rotation de la grande cage.

Afin d'éviter que le tourbillon occupe trop d'épaisseur, il est avantageux que l'angle au sommet du cône engendré par le second axe B-B, ou axe de rotation de la cage porte-échappement, soit égal ou plus petit que  $90^\circ$ . Les conditions les plus favorables sont obtenues pour un angle au sommet voisin de  $60^\circ$ , généralement compris entre  $20^\circ$  et  $70^\circ$ .

En utilisant des pignons comme engrenages de cage, il est possible de réaliser un tourbillon présentant une masse et une inertie aussi faibles que possible.

Comme la cage de la plupart des tourbillons connus, la cage porte-échappement du tourbillon selon l'invention peut effectuer un tour en une minute. Dans ce cas particulier, il est avantageux que la grande cage effectue un tour en un temps compris entre 4 et 10 minutes par exemple.

Afin de garantir des conditions d'engrènement aussi bonnes que possibles, la denture du mobile monté sur le bâti est conique de même angle au sommet que le cône défini par le second axe.

De manière avantageuse et pour permettre l'usage d'un balancier ayant un moment d'inertie aussi élevé que possible, les axes de la cage porte-échappement et du balancier sont parallèles, voire confondus.



D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, faite en regard du dessin annexé, dans lequel le tourbillon mono- ou bi-axial selon l'invention est représenté schématiquement en coupe axiale. Plus précisément :

- 5           - La figure 1 montre la structure générale des cages du tourbillon biaxial selon l'invention montées sur le bâti;
- Les figures 2 et 3 représentent la grande cage du tourbillon biaxial selon des vues orthogonales.
- La figure 4 permet de voir la cage porte-échappement du tourbillon
- 10           biaxial équipée du balancier et de l'échappement.
- La figure 5 illustre le tourbillon biaxial dans une variante où les cages sont pivotées en porte-à-faux.
- La figure 6 illustre une forme d'exécution du tourbillon biaxial dans lequel la grande cage constitue un carrousel.
- 15           - La figure 7 illustre une forme d'exécution simplifiée du tourbillon ne comportant qu'une seule cage inclinée, pivotée en porte-à-faux, la cage porte-échappement.

Sur ces figures, et afin d'éviter de surcharger le dessin, les vis sont suggérées par un trait d'axe. La figure 1 représente une portion de mouvement de

20   montre, avec :

- un bâti comportant, visible au dessin, une platine 10 et un pont 12, lesquels sont munis de pierres formant chacune un palier 14,
- 25           - un tourbillon biaxial 16, monté pivotant autour d'un axe A-A sur les paliers 14, et
- une roue de moyenne 18, dont seule la planche est visible au dessin, partie d'un rouage de finissage ainsi partiellement représenté, et montée

pivotante sur le bâti suivant un axe perpendiculaire au plan du mouvement et parallèle à l'axe A-A.

Le tourbillon 16 comporte deux cages 20 et 22. La grande cage 20 est  
5 illustrée de manière détaillée sur les figures 2 et 3. Elle est montée sur les paliers 14. La cage porte-échappement 22, représentée sur la figure 4, pivote dans la grande cage 20, autour d'un axe B-B formant un angle ( $\alpha$ ) avec l'axe A-A différent de 90°.

La platine 10 est munie d'une goutte 24, entourant le trou où le palier 14 est  
10 logé, laquelle porte une planche de roue annulaire 25, comportant une seconde denture conique 25a, dont la fonction sera précisée plus loin. Cette planche 25 est fixée par des moyens non représentés au dessin, par exemple par chassage ou vissage. La goutte 24 est munie d'une ouverture latérale 26 permettant le passage de la roue de moyenne 18.

15 Comme on peut le voir tout particulièrement sur les figures 2 et 3, la grande cage 20, comprend :

- 20 - un cadre formé de deux parties, l'une inférieure 28, l'autre supérieure 30, assemblées l'une à l'autre au moyen de vis 32,
- des arbres inférieur 34 et supérieur 36, respectivement solidaires des parties inférieure 28 et supérieure 30 et destinés à être engagés dans les paliers 14 pour monter pivotante la grande cage 20 sur le bâti, et
- 25 - des supports inférieur 40 et supérieur 42, respectivement fixés sur les parties inférieure 28 et supérieure 30 au moyen de vis 44 et destinés à recevoir la cage porte-échappement 22, comme cela sera expliqué ci-dessous.



Les parties 28 et 30 comprennent chacune une portion médiane, en forme de barreau identifié par la lettre a, et deux montants identifiés par la lettre b, les extrémités des montants 28b et 30b étant fixées deux à deux, au moyen des vis 32, et avantageusement positionnées au moyen de pieds, qui n'ont pas été  
5 représentés au dessin, afin d'éviter de le surcharger.

Les barreaux 28a et 30a et les montants 28b et 30b définissent une ouverture 46 sensiblement rectangulaire, dont la largeur et la hauteur sont choisies de manière à ce que la cage porte-échappement 22 puisse y être logée et y tourner librement, comme cela sera expliqué plus loin.

10 Les deux arbres 34 et 36 comprennent chacun un pivot identifié par la lettre a et destiné à être engagé dans l'un des paliers 14, et une assiette identifiée par la lettre b. Les assiettes 34b et 36b sont respectivement attenantes et fixées, par exemple par chassage ou vissage, à la partie médiane des barreaux 28a et 30a. L'arbre 34 porte, en outre, un premier pignon de cage 45 fixé par chassage et  
15 destiné à engrener avec la roue de moyenne 18.

Le support inférieur 40 est de forme pyramidale tronquée, d'angle au sommet égal à 120° environ. L'une des faces 40a de la pyramide est disposée en appui contre la face intérieure du barreau 28a, le support 40 y étant fixé par les vis 44. La base de la pyramide comporte une noyure dont le fond est percé d'un trou  
20 cylindrique, d'axe B-B, qui débouche sur la face tronquée et à l'intérieur duquel est chassé un palier 47 destiné à recevoir la cage porte-échappement 22. La base de la pyramide porte une planche 48, munie d'une première denture 48a à sa périphérie et coaxiale au palier 47, dont la fonction sera précisée plus loin. Comme représenté au dessin, la planche 48 est fixée sur le support 40 par  
25 chassage ou vissage dans la noyure, cette planche est disposée dans un plan perpendiculaire à l'axe B-B.

Le support supérieur 42 comprend une protubérance 42a munie d'un trou cylindrique dans lequel est chassé un palier 50, coaxial au palier 47 et aussi destiné à recevoir la cage porte-échappement 22.

La cage porte-échappement 22, représentée de manière détaillée et équipée à la figure 4, comprend un cadre formé de deux parties, l'une inférieure 52, l'autre supérieure 54 reliées entre elles au moyen de vis 56. Les parties 52 et 54 comprennent chacune une portion médiane en forme de barreau identifiée par la lettre a et deux montants identifiés par la lettre b, les extrémités des montants 52b et 54b étant fixées deux à deux par les vis 56 (figure 1).

La cage porte-échappement comporte, en outre :

- 10 - deux ponts d'échappement 58 et 59 montés sur la partie inférieure 52,
- un arbre inférieur 60, monté sur la face extérieure de la portion médiane 52a, fixé dans sa partie centrale au moyen d'une assiette 60a, et qui comporte un pivotement 60b et une denture en bout formant un pignon de cage 60c porte-échappement, et
- 15 - un arbre supérieur 62 monté sur la face extérieure de la portion médiane 54a, fixé dans sa partie centrale au moyen d'une assiette 62a et muni d'un pivot 62b.

20 Les portions médianes 52a et 54a sont percées d'un trou identifié par la lettre c, d'axe confondu avec l'axe B-B.

Les arbres 60 et 62 sont fixés sur les parties 52 et 54 au moyen de vis 64, schématiquement représentées. Le pivotement 60b et le pivot 62b sont coaxiaux et orientés selon l'axe B-B. Ils sont destinés à être respectivement engagés dans les paliers 47 et 50 de la grande cage 20, pour assurer la rotation de la cage porte-échappement 22 dans la grande cage 20.

Le second pignon de cage 60c est disposé de manière à ce qu'il engrène avec la seconde denture 25a de la planche 25, solidaire du bâti 10.

La cage porte-échappement 22 porte un balancier 66 muni d'un spiral non représenté au dessin, une ancre 68 et un mobile d'échappement 70 comportant un pignon 70a et une roue 70b, cette dernière coopérant avec l'ancre 68 pour entretenir le mouvement du balancier 66. Tous ces mobiles sont pivotés sur la cage porte-échappement 22 suivant des axes parallèles entre eux et par rapport à l'axe B-B de rotation de cette cage 22.

Plus précisément, le balancier 66 pivote autour d'un axe concentrique à l'axe B-B, dans deux paliers 72 et 73 montés l'un 72 dans le trou 52c de la portion médiane 52a, l'autre 73 dans le trou 54c de la portion médiane 54a.

Les ponts d'échappement 58 et 59 comportent chacun un palier 74, dans lesquels pivote le mobile d'échappement 70. Le pignon 70a est disposé, de manière à ce que sa denture dépasse de la surface inférieure de la portion médiane 52a, pour permettre son engrènement avec la première denture 48a de la planche 48 de la grande cage 20.

Le montage d'un tourbillon tel que décrit commence par l'assemblage des parties constitutives de la cage porte-échappement 22, et plus particulièrement le chassage des paliers 72 et 73 et la fixation des arbres 60 et 62. Le pont d'échappement 58 est mis en place, puis le mobile d'échappement 70 et l'ancre 68, et enfin le pont d'échappement 59, de telle sorte que les composants de l'échappement peuvent pivoter dans leurs paliers.

Le balancier 66 est ensuite engagé par son pivot inférieur dans le palier 72, puis positionné par la fixation de la partie supérieure 54 sur la partie inférieure 52, le pivot supérieur du balancier étant engagé dans le palier 73. Les deux parties 52 et 54 sont assemblées au moyen des vis 56. La mise en marche peut ensuite être réalisée de manière classique, en soumettant le mobile d'échappement 70 à un couple moteur, sur un posage approprié.

Lorsque le balancier-spiral et l'échappement sont réglés de manière idoine, la cage porte-échappement 22 peut alors être placée dans la partie inférieure 28 de la grande cage 20, le pivotement 60b étant engagé dans le palier 47. La partie

supérieure 30 est ensuite fixée au moyen des vis 32 sur la partie inférieure 28, le pivot 62b étant engagé dans le palier 50.

Le tourbillon 16 est ainsi terminé et peut être placé sur le bâti, entre la platine 10 et le pont 12, les pivots 34a et 36a étant chacun engagés dans l'un des  
5 paliers 14.

Lorsque le ressort que comporte le mouvement est armé, la roue de moyenne 18 soumet la grande cage 20 à un couple moteur, par engrènement avec le premier pignon de cage 45. Ce couple ne peut engendrer une rotation de la grande cage 20 que si le second pignon de cage 60c roule sur la seconde  
10 denture 25a de la planche 25, c'est-à-dire que la cage porte-échappement 22 tourne autour de l'axe B-B. Comme la denture du pignon d'échappement 70a est en prise avec la denture de la première planche 48, ce mouvement n'est possible que lorsque l'échappement donne une impulsion motrice au balancier 66. Cela se produit à chaque alternance du balancier.

Cela revient donc à dire que chaque fois que le balancier 66 reçoit une  
15 impulsion, la cage porte-échappement 22 tourne autour de l'axe B-B et la grande cage 20 autour de l'axe A-A, les angles parcourus étant fonction des nombres de dents des engrenages impliqués. Ces engrenages peuvent être choisis de manière à ce que la cage porte-échappement 22 effectue un tour en une minute et  
20 la grande cage 20 un tour en quelques minutes, typiquement de 4 à 10.

De la sorte, l'axe B-B balaye l'enveloppe d'un cône d'axe A-A, dont l'angle au sommet est environ égal à  $60^\circ$ , soit le double de l'angle  $\alpha$  que font ensemble les axes A-A et B-B. Il en résulte que, quelle que soit la position du mouvement de la montre, l'axe du balancier a une inclinaison moyenne comprise entre  $20^\circ$  et  $70^\circ$   
25 environ, ce qui réduit considérablement les différences de marche entre les positions.

L'angle au sommet du cône peut varier en fonction de la construction de la montre. Plus l'angle est élevé, plus la cage 22 occupe d'espace en épaisseur, à moins de réduire le diamètre du balancier 66. Les essais effectués semblent

montrer que l'optimum se trouve dans l'intervalle de  $40^\circ$  à  $140^\circ$  pour l'angle au sommet, et plus précisément au voisinage de  $60^\circ$ .

On notera encore que, pour que les conditions d'engrènement soient optimales, il est souhaitable que la seconde denture conique 25a de la roue 25 présente un angle au sommet égal à celui du cône engendré par la rotation de l'axe B-B autour de l'axe A-A.

Le tourbillon, tel que décrit, peut bien entendu faire l'objet de nombreuses variantes sans pour autant sortir du cadre de l'invention. Ainsi, les pignons de cage 45 et 60c pourraient être remplacés par des roues engrenant respectivement avec un mobile du rouage de finissage et avec la planche 25, laquelle serait alors avantageusement munie d'une denture intérieure. Ceci permet d'obtenir un sens de rotation opposé des deux cages.

Dans une autre variante qui n'a pas été représentée, c'est le pignon 60c qui pourrait comporter une denture conique, la denture 25a de la roue 25 étant alors droite. Il est aussi possible de répartir la conicité entre les deux dentures.

Il est également envisageable de disposer le balancier de manière à ce qu'il ne soit pas coaxial à la cage porte-échappement 22, les axes étant parallèles. Cette solution a toutefois pour inconvénient que le moment d'inertie du balancier est réduit pour un encombrement de cage donné.

Il est bien évident que l'échappement utilisé dans le tourbillon peut être de n'importe quel type à oscillation libre, par exemple à ancre ou à détente.

Dans l'exemple illustré les axes des mobiles du rouage de finissage sont parallèles à l'axe A-A de rotation de la première cage, ce qui pourrait ne pas être le cas dans d'autres variantes.

Les vitesses de rotation des cages 20 et 22 peuvent être égales ou différentes. De même, le sens de rotation des cages 20 et 22 peut être le même ou inverse.

Dans la variante illustrée à la figure 5, la grande cage ne comporte qu'une partie inférieure 28 pivotée en porte-à-faux sur le bâti 10 par un palier 14 suivant



l'axe A-A parallèle aux axes des mobiles du rouage de finissage. Cette partie inférieure 28 de la grande cage 20 porte, comme dans la première forme d'exécution, un support inférieur 40 percé d'un trou d'axe B-B à l'intérieur duquel est chassé un palier 47 destiné à recevoir la cage porte-échappement 22.

5 La cage porte-échappement 22 ne comporte également que sa partie inférieure 52 et est pivotée en porte-à-faux sur la grande cage 20 par son arbre inférieur 60 portant en bout le second pignon de cage 60c engrenant avec la seconde denture 25a solidaire du bâti 10.

Cette variante permet de réaliser les mêmes avantages du tourbillon tout en  
10 ayant un encombrement réduit.

Dans la forme d'exécution illustrée à la figure 6, le dispositif du type tourbillon comporte également une grande cage 20 et une cage porte-échappement 22 comme décrit dans la première forme d'exécution ou sa variante et le pignon d'échappement 70a est également en prise avec la première denture  
15 48a disposée dans un plan perpendiculaire à l'axe (B-B) de la cage porte-échappement.

Dans cette forme d'exécution, cette denture 48a est portée par une planche 48 montée sur la base pyramidale 40 de la grande cage 20 concentriquement à l'axe B-B de la cage porte-échappement 22.

20 Le premier pignon de cage 45 de la grande cage est comme précédemment en prise avec la roue 18 du mobile de finissage généralement le mobile de moyenne.

Dans cette exécution, la grande cage est conçue comme un carrousel et le pignon de cage 60c de la cage porte-échappement est en prise avec l'une des  
25 roues 80a d'un mobile 80 pivoté sur le bâti 10 dont la seconde roue 80b est elle en prise avec une seconde roue 18a du mobile de finissage.

Ainsi, dans cette exécution, le dispositif comporte un tourbillon ne comportant en fait qu'une cage, la cage porte-échappement pivotée de façon inclinée par rapport au bâti 10, et la grande cage 20 forme un carrousel qui porte



la cage porte-échappement dans sa rotation commandée par le rouage moteur du mouvement.

La forme d'exécution illustrée à la figure 7 est une version simplifiée du tourbillon ne comportant qu'une cage porte-échappement 22 pivotée de façon inclinée sur le bâti 10 par son arbre 60. Le bâti 10 solidaire du support incliné 40  
5 comportant la première denture périphérique 48a située dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation B-B de la cage porte-échappement 22. Cet axe B-B forme un angle  $\alpha$  avec une direction parallèle à l'axe du mobile de finissage 18. L'arbre 60 de cette cage 22 est pivoté dans des paliers 47 et 47a du bâti 10 et  
10 le pignon de cage 60c de la cage porte-échappement 22 est en prise avec la roue de finissage 18. Le pignon d'échappement 70a est en prise avec la première denture 48a portée par le support 40 du bâti 10.

Cette solution a l'avantage d'être simple et peu encombrante. Comme dans les formes d'exécution précédentes, le balancier, l'ancre et le mobile  
15 d'échappement portés par la cage porte-échappement 22 sont pivotés sur cette cage suivant des axes parallèles entre eux et à l'axe de rotation de la cage porte-échappement 22.

Il va de soi que dans des variantes de chaque forme d'exécution décrite, le balancier et l'échappement pivotés dans la cage porte-échappement 22 pourraient  
20 être du type Prendel.

**REVENDICATIONS**

1. Dispositif tourbillon (16), destiné à équiper un mouvement de pièce d'horlogerie comprenant un bâti (10 ; 12) et un rouage de finissage (18), caractérisé par le fait qu'il comporte une cage porte-échappement (22) montée mobile en rotation autour d'un axe B-B formant un angle ( $\alpha$ ) différent de 0° ou 90° par rapport à l'axe de rotation des mobiles du rouage de finissage (18) ; cette cage porte-échappement (22) comportant un engrenage de cage (60c) coaxial à l'axe B-B, engrenant avec un mobile (18 ; 25 ; 80) monté sur le bâti (10 ; 12) ; par le fait qu'un balancier spiral (66) et un échappement (68,70) comportant un mobile (70) muni d'un pignon (70a) d'échappement sont pivotés dans la cage porte-échappement (22) ; et par le fait que le pignon d'échappement (70a) est en prise avec une denture (48a) montée sur le bâti (10 ; 12) et située dans un plan perpendiculaire à l'axe (B-B) de la cage-porte échappement (22).
2. Dispositif tourbillon selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit angle ( $\alpha$ ) est compris entre 20° et 70°, de préférence sensiblement égal à 30°.
3. Dispositif tourbillon selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé par le fait que le balancier (66) et les mobiles de l'échappement (68,70) pivotent autour d'axes parallèles à l'axe (B-B).
4. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le balancier (66) pivote autour d'un axe

confondu avec ledit axe (B-B) de la cage porte-échappement (22).

- 5
5. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la cage porte-échappement (22) est pivotée en porte-à-faux suivant le second axe (B-B) sur le bâti (10).
- 10
6. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'engrenage de cage (60c) de la cage porte-échappement (22) est en prise avec un mobile (18) du rouage de finissage ; et par le fait que la denture (48a) est solidaire du bâti (10 ;12).
- 15
7. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comporte encore une grande cage (20) montée mobile en rotation sur le bâti (10 ;12) autour d'un premier axe (A-A) formant un angle différent de 90° avec le second axe (B-B) ; par le fait que la cage porte-échappement (22) est montée mobile en rotation sur cette grande cage (20) autour du second axe (B-B) ; par le fait que la grande cage (20) porte un premier engrenage de cage (45) coaxial au premier axe (A-A) engrenant avec un mobile (18) du rouage de finissage ; par le fait que l'engrenage de cage (60c) de la cage porte-échappement (22) est en prise avec un mobile (25, 80) monté sur le bâti (10 ;12) et coaxial à l'axe (A-A) de la grande cage (20) ; et par le fait que le pignon d'échappement (70a) est en prise avec la première denture (48) qui est solidaire de la grande cage (20).
- 20
- 25
8. Dispositif tourbillon selon la revendication 7, caractérisé par le fait que la cage porte-échappement (22) est pivotée en porte-à-faux sur la

grande cage (20).

9. Dispositif tourbillon selon la revendication 7 ou 8, caractérisé par le fait que la grande cage (20) est pivotée en porte-à-faux sur le bâti (10 ;12).

5

10. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé par le fait que la grande cage (20) est pivotée suivant son axe (A-A) entre deux paliers (14) du mouvement, l'un porté par le bâti (10) et l'autre par un pont (12).

10

11. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé par le fait que l'engrenage de cage (60c) de la cage porte-échappement (22) est en prise avec la denture (25a) d'une planche (25) solidaire du bâti (10 ;12) et coaxiale à l'axe (A-A) de la grande cage (20).

15

12. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé par le fait que l'engrenage de cage (60c) de la cage porte-échappement (22) est en prise avec l'une des roues (80a) d'un mobile (80) pivoté sur le bâti (10 ;12) coaxialement à l'axe (A-A) de la grande cage (20), ce mobile comportant une seconde roue (80b) engrenant avec un mobile (18a) du rouage de finissage.

20

13. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications 7 à 12, caractérisé par le fait que les vitesses angulaires des cages (20,22) sont égales ou différentes l'une de l'autre.

25

14. Dispositif tourbillon selon l'une des revendications 7 à 13, caractérisé par le fait que les sens de rotation des cages (20,22) sont les mêmes

ou inverses l'un de l'autre.

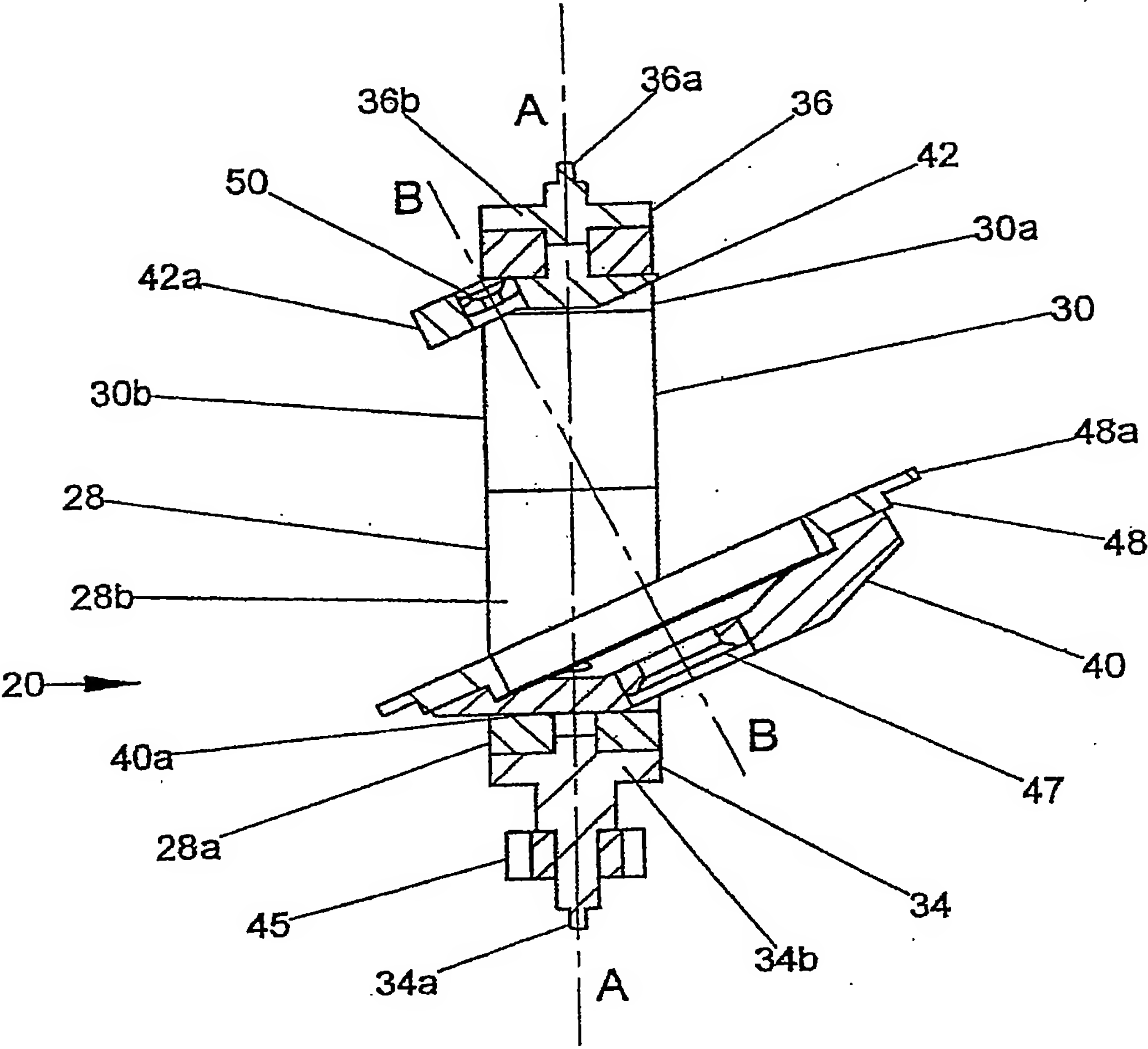
15. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 14, caractérisé par le fait  
que l'axe A-A de la grande cage (20) est parallèle aux axes des mobiles  
du rouage de finissage (18).

16. Mouvement d'horlogerie muni d'un dispositif tourbillon selon l'une des  
revendications 1 à 15.





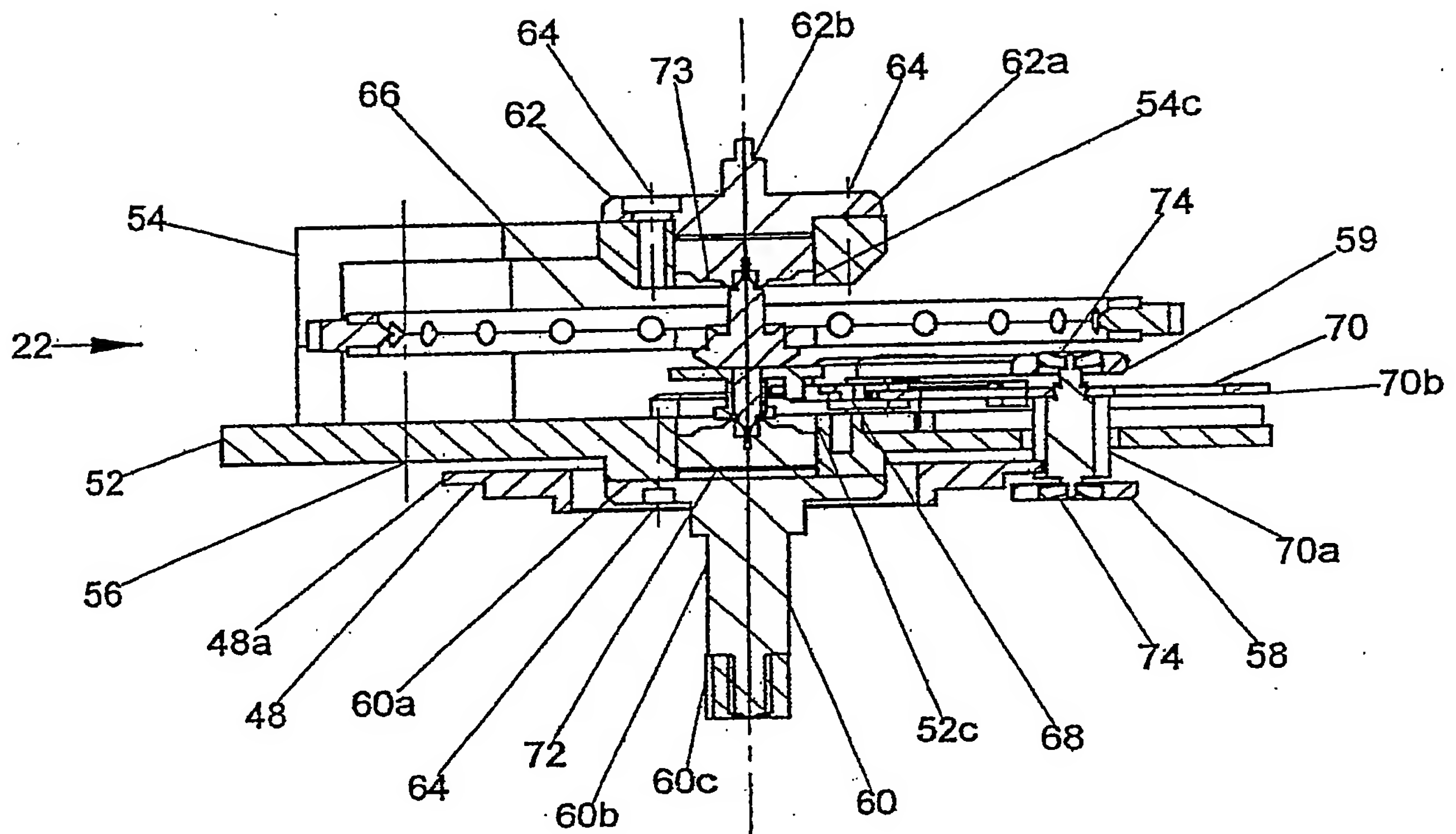
Fig.2





4/7

Fig.4



5/7

Fig.5

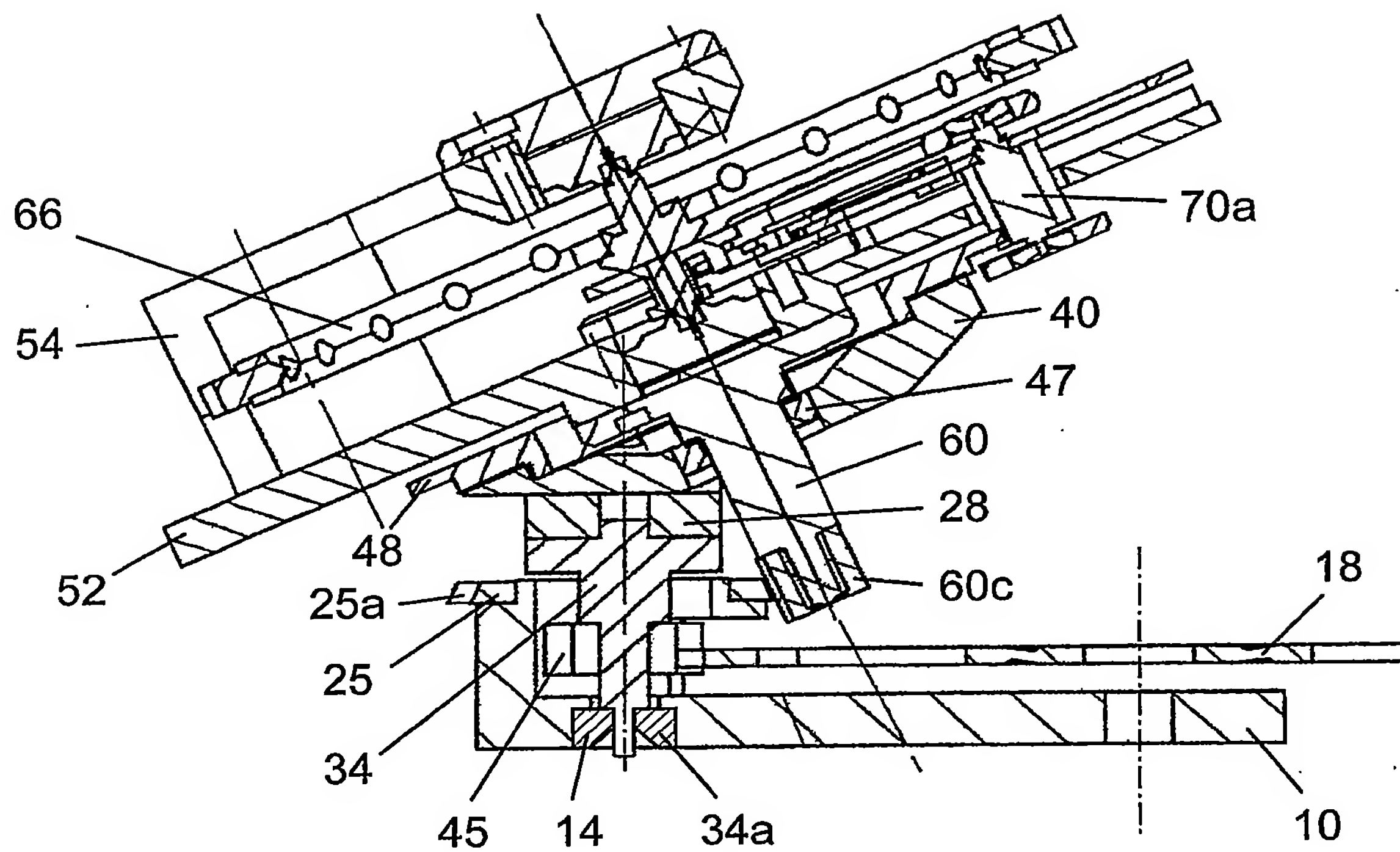


Fig.6

